

Title	我が国のクリーン・コール・テクノロジーの国際展開 による地球環境問題への貢献
Author(s)	平井, 恵理
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 317-320
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10129
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

2 C O 9

我が国のクリーン・コール・テクノロジーの国際展開による 地球環境問題への貢献

○平井 恵理（NEDO）

1. はじめに

2010年6月に改定された「エネルギー基本計画」において、新成長戦略の「環境・エネルギー大国」の実現が新たに付加され、競争力のある我が国のエネルギー産業や省エネ技術の海外展開を加速化し、我が国の経済成長と世界のCO₂削減の同時達成を図ることが必要とされている。

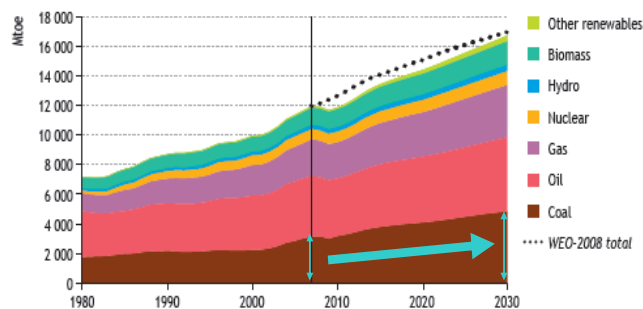
エネルギー利用技術の中でも、我が国のクリーン・コール・テクノロジー（CCT）分野は、世界的に優れた高効率な技術を有しており、それらの技術を海外に展開させることにより、地球規模におけるCO₂排出量の削減に大きく貢献できると考える。

NEDOでは、我が国の経済成長及び地球環境問題への貢献に資するため、CCT分野における効率向上、環境への対応を目的とした技術開発、国際共同研究、普及実証事業等を実施している。さらに平成23年度からは、「石炭高効率利用システム案件等形成調査事業」を立ち上げ、我が国が有する高効率発電技術（USC、IGCC）等を対象に、海外展開に向けた具体的なプロジェクトの発掘、形成に向けて検討を開始したところである。

本報では、本事業をもとに、我が国が有する高効率発電技術（USC、IGCC）等を海外に広く普及させた場合、対象国内のエネルギー効率の向上、CO₂削減量等に与える効果について分析を行い、本事業をより効果的に推進するための今後の課題を把握することを目的とする。

2. 世界の石炭利用の現状と課題

世界の一次エネルギー消費量のうち、石炭の占める割合は27.0%(2009年度)であり、2030年に向けてその消費量は1.5倍に拡大する見込みである（図1）。また、我が国の一次エネルギー消費量に占める石炭の割合は21.5%(2009年度)であり、石油に次いで大きな割合を占める。このように石炭は、我が国を含む世界において重要な基幹エネルギーであり、近年エネルギーの安定供給が求められる中、他の燃料と比べ資源量が豊富であることから、今後その重要性がより高まると考えられる。一方、そのような需要の高まりから、石炭由来のCO₂排出量の削減が求められている。



出典：IEA, “World Energy Outlook” (2009)

図1. 世界のエネルギー需要見通し

3. CCTの現状

(1) 我が国におけるCCTの現状

我が国の石炭火力は、弛まぬ技術開発によって発電効率を着実に向上させており（図2）、1982年からは通産省（現経済産業省）の支援のもと、電力会社が中心となりプラントメーカーと共同で超々臨界圧発電（USC）の技術開発を実施した。その後、松浦2号（24.1MPa×593/593℃、1997年）及び三隅1号

(24.5MPa×600/600℃、1998 年)の運転開始を契機に、USC の導入が進み、2000 年までに全国で約 30 基の USC が新設された。

これにより我が国の発電効率は 39.3% (発電端効率、1995 年度) から 40.3% (発電端効率、2003 年度) と、絶対値で約 1% 効率が向上し(図 3)、現在もなお世界最高水準を維持している。現在、世界最高水準の蒸気条件を持つ石炭火力は新磯子 2 号機であり、再熱蒸気温度 620℃、発電効率約 43% (発電端効率) の商用機が稼働している。

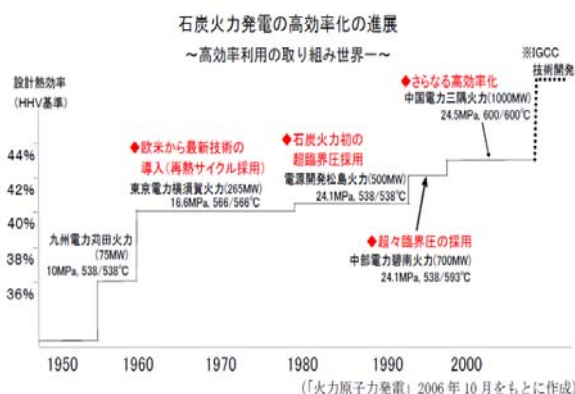


図 2. 石炭火力発電の高効率化の進展

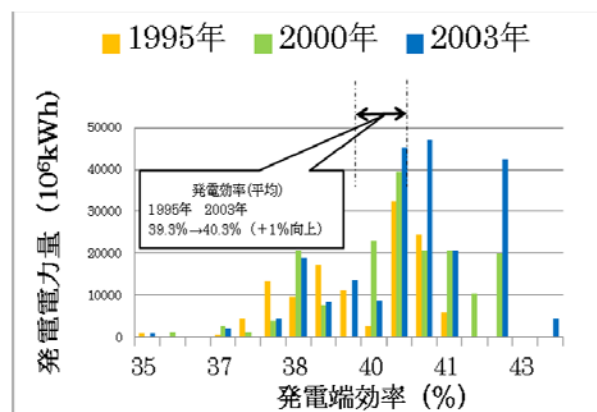


図 3. 我が国における石炭火力発電効率の推移 (1995 年～2003 年)

現在更なる高効率化を目指し、石炭ガス化複合発電 (IGCC) の実証試験が進められている。また、燃料電池と組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) 等といった次世代の高効率発電の検討も進められている。IGCC においては、2007 年 9 月に(株)クリーンコールパワー研究所が、勿来の IGCC 実証機にて実証試験を実施し、設備の信頼性を確認する 2,000 時間連続運転試験、さらには累積 5,000 時間の耐久運転試験を成功させている。また、2016 年には大崎クールジェン(株)が大崎にて IGFC に至る開発のステップとして、酸素吹き IGCC の実証運転が開始される予定である。

(2) 世界における CCT の現状

CO₂ 排出削減に寄与する CCT のうち、発電分野は極めて重要であり、既存発電所の高効率型へのリプレースや高効率な石炭火力発電所の新設等により、CO₂ 排出量の大幅な削減が可能となる。さらには CO₂ 回収・貯留 (CCS) と組み合わせることにより、ゼロエミッションに限りなく近づけることができるものと期待されている。

発電技術の技術開発動向としては、火力発電プラントの蒸気圧力を超臨界圧 (24.1MPa) 以上にして発電する超臨界圧発電 (SC) から、より高温高圧化させた蒸気条件 (圧力 24.1MPa 以上、温度 593℃以上) にして発電する USC、さらには固体の石炭をガス化し、蒸気タービンとガスタービンの複合発電が可能となる IGCC への高効率化が進んでいる。

USC においては、世界で最も多く商用化したのは日本であり、1990 年代以降積極的に導入が進み、その運転実績は約 30 基にのぼる。また、近年中国でも大容量及び高効率化を求めて USC の運転開始が増加している。欧米についてもドイツを中心に USC の導入実績がある。

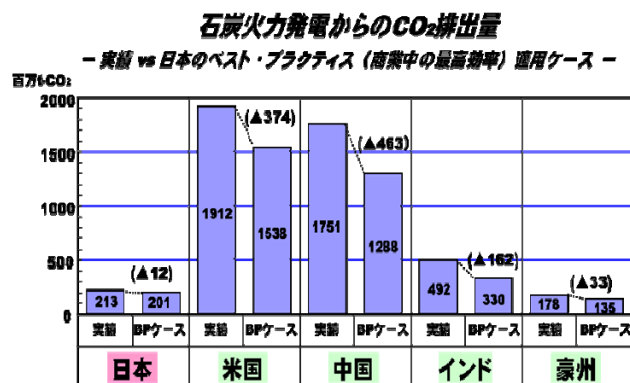
IGCC の開発は米国及び欧州にて 1970 年代以降本格化し、10 年以上の運転実績がある。しかしガス化技術と高効率ガスタービンとの組み合わせなど、技術開発課題が多いため、欧米では IGCC の効率は依然として USC よりも低く、研究開発による効率改善が必要となっており、各国でさらなる高効率を目指し、実証事業の検討が進められている。他方我が国では、前述の通り IGCC の実証試験が勿来で実施され、商用化段階で 48～50% の発電効率が見込まれる IGCC の確立を目指し、現在もなお実証試験が進められている。

CCS は発電所等から発生する CO₂ を、分離・回収し、それを地中あるいは海底下に貯留することにより、大気中に CO₂ が放出されるのを抑制する技術であり、地球温暖化対策の選択肢の一つになり得ると期待され、各国のエネルギー政策の中で重要な技術開発として位置付けられている。しかし、CCS により大容量の CO₂ を削減する商用発電設備は現段階では実現しておらず、各国とも CCS に関する法制度の整備、国民的合意の形成及び具体的な貯留地点の確定について今後の更なる検討が必要となっている。

一方、各技術の導入状況は国毎に異なり、アジアの途上国では SC よりも効率が低く、安価な亜臨界

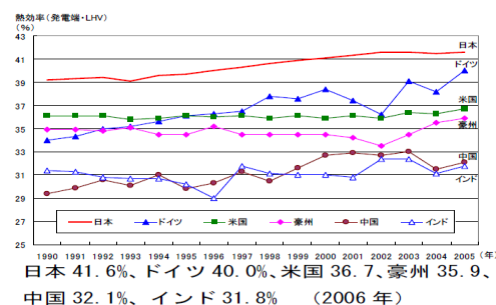
圧発電（Sub-critical）が主流であり、そこでの蒸気タービンの世界シェアは、中国メーカーが大きなシェアを伸ばしている。

（１）、（２）の現状に鑑み、仮に、我が国のベスト・プラクティス（商業運転中発電所の最高効率）を各国に導入した場合、単純試算によると、約 10 億トンの CO2 排出量が削減でき、我が国の CO2 総排出量の約 80％にも及ぶ削減効果が得られると考えられる（図 4、5）。



「BPケース」：日本のベスト・プラクティス（商業中発電所の最高効率）を適用した場合の試算。
「実績」データの出典：IEA "CO₂ Emissions from Fuel Combustion" 2005 edition

図 4. 石炭火力発電からの CO2 排出量



(出典) ECOFYS, "INTERNATIONAL COMPARISON OF FOSSIL POWER EFFICIENCY" (2008)

図 5. 各国の石炭火力発電効率の推移

（３）NEDO にて現在実施しているプロジェクト

NEDO では、発電分野における効率向上及び CO2 のゼロエミッション化を目指した技術開発、我が国における CCS の実施可能性調査、日本型 CCS の早期確立を目指した欧州等との国際共同研究、産炭国における低品位炭の有効活用を図る技術の普及実証事業等を実施している。

さらに平成 23 年度からは、「石炭高効率利用システム案件等形成調査事業」を立ち上げ、前述の約 10 億トンもの CO2 排出量の削減に貢献するため、我が国が有する高効率発電技術等の海外への普及促進に力をいれている。なお、本調査事業の各テーマが全て事業化した場合に得られる CO2 削減量の合計は、約 7 百万トン CO2／年を見込んでいる。そのうち、削減量が多く見込まれる技術は発電技術である。

4. 我が国の CCT の国際展開に向けた課題

（１）本事業の成果が、対象国のエネルギー効率の向上、CO2 削減量等に与える効果

本報では、本事業の中で最も CO2 排出量の削減効果が大きいと見込まれる発電技術の中から、ポーランド及び中国を対象国とした 2 テーマを対象とし、本事業実施後、対象国に我が国が有する高効率発電技術を広く普及させた場合、対象国内の石炭火力発電所における発電効率の向上及び CO2 削減量に与える効果について分析を行う。なお、1 号機を導入した場合の対象国内における当該技術の普及率については、我が国が USC を導入した際の実績から、約 10％と仮定した。

表 1. 分析結果

調査テーマ	現状			導入対象技術 (発電端効率)	普及後		
	主な発電技術	現状の平均発電効率 (発電端・LHV) ①	石炭火力発電所からのCO ₂ 排出量 (百万トン、2008年度) ②		対象技術を約10%普及させた場合の平均発電効率 (発電端・LHV) ③	対象技術を約10%普及させた場合のCO ₂ 排出量 (百万トン) ②×①/③...④	CO ₂ 削減量(百万トン) ②-④
ポーランドにおける高効率石炭火力発電所新設プロジェクトの案件形成調査	Sub (亜臨界)	35.1%	198	USC (41.5%)	36.0% (+0.9%向上)	193	5
中国における廊坊(LangFang)IGCCプロジェクトの案件形成調査	Sub～USC (亜臨界～超々臨界)	34.2%	3078	IGCC (43.3%)	35.6% (+1.4%向上)	2956	122

出典：IEA “World Energy Outlook” (2010)、NEDO(2010)成果報告書等より作成

分析結果(表1)より、ポーランドについては発電効率を現状よりも0.9%向上し、約5百万トンCO₂/年のCO₂削減量が見込めることが分かった。中国については発電効率を現状よりも1.4%向上し、約122百万トンCO₂/年のCO₂削減量が見込めることが分かった。また、これらのCO₂削減量の合計値(約127百万トンCO₂/年)は、本事業全体のCO₂削減見込み量(約7百万トンCO₂/年)の18倍以上に匹敵することが分かった。以上のことから、我が国が有する高効率発電技術を対象国に広く普及させることにより、対象国の発電効率及びCO₂削減量に大きな効果を与えることが示唆された。なお、図4と比較し、分析結果の中国におけるCO₂削減量の値が異なるのは、図4は各国の最高効率を、全て我が国のベスト・プラクティスにリプレースしたとの仮定に基づく削減量であるのに対し、分析結果はIGCC1号機導入を受け、対象国内において約10%IGCCが普及したとの仮定に基づく削減量であり、具体的なプロジェクトの発掘、形成に向けたテーマを対象とした分析結果の削減量は、より現実味のある値と考える。

(2) 国際展開に向けた課題

(1)より、本事業実施後、対象国に我が国が有する高効率発電技術の1号機を導入することにより、対象国の発電効率及びCO₂削減量に与える効果は大きいということが示唆された。

高効率発電技術の1号機は、建設コストが割高となるため、既存技術と比べて経済性は劣る。しかし、1号機を導入することにより、リスクの低減や学習効果が得られ、次号機を導入する際のコスト削減に繋がる。本事業は、高効率発電技術等の対象国への普及を促進するものであり、上記の通り波及効果が大きいことから、本事業を実施する意義は大きいと考える。

また、対象国への導入に際しては、対象国と確固たる協力関係を構築することも重要であり、相手国が技術、コストの双方において魅力に感じるプロジェクトを、官民一体で推進していくことにより、プロジェクトの実現性を効果的に高めることが必要であり、本プロジェクトを進める上での課題と考えている。

5. 今後の方向性

今後、中国やインド等の発展により、化石燃料の有効利用およびCO₂排出量の削減はこれまで以上に重要となり、それらに大きく貢献する高効率な技術の導入は、世界共通の課題となると考えられる。

以上を踏まえ、我が国のCCTをより広く普及させるため、相手国との情報収集や意見交換による関係強化を図るとともに、本事業の実施により相手国の電力需給、インフラ状況、環境規制等詳細情報を把握し、それらを持ってCO₂削減量等に与える効果を試算し、その優位性を十分に説明できるプロジェクトを推進していきたいと考える。

参考文献

- ・International Energy Agency(2010), World Energy Outlook
- ・International Energy Agency(2010), Energy Balances Of OECD Countries
- ・平成21年度電力需給の概要(2009), 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編
- ・エネルギー・経済統計要覧, 日本エネルギー経済研究所
- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構(2010), 「平成22年度クリーンコールテクノロジー推進事業/石炭高効率利用システムの海外展開における各技術のマッチングに関する調査」成果報告書